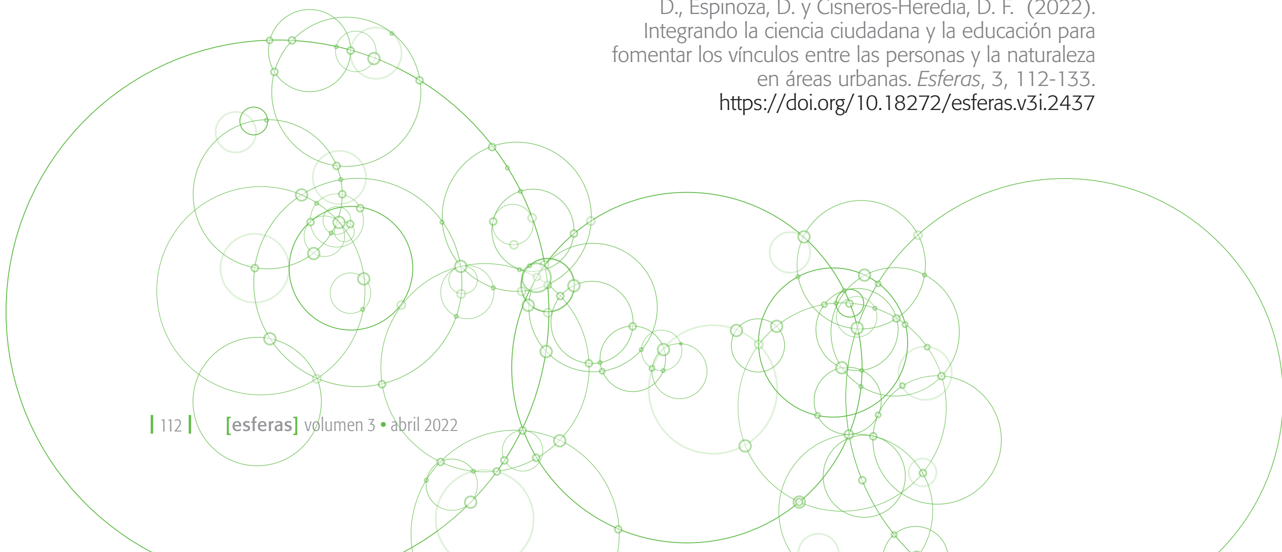
Integrando la ciencia ciudadana y la educación para fomentar los vínculos entre las personas y la naturaleza en áreas urbanas

Integrating citizen science and education to promote links between people and nature in urban areas

Emilia Peñaherrera-Romero – Sandra Espinoza – Daniela de la Torre – Daniela Espinoza – Diego F. Cisneros-Heredia

Recibido: 14 de septiembre de 2021
Aceptado: 31 de enero de 2022
DOI: https://doi.org/10.18272/esferas.v3i.2437
Cómo citar:
Peñaherrera-Romero, E., Espinoza, S., De la Torre, D., Espinoza, D. y Cisneros-Heredia, D. F. (2022). Integrando la ciencia ciudadana y la educación para fomentar los vínculos entre las personas y la naturaleza en áreas urbanas. *Esferas*, 3, 112-133. https://doi.org/10.18272/esferas.v3i.2437



Emilia Peñaherrera-Romero
Universidad San Francisco de Quito USFQ
Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales COCIBA,
Instituto de Biodiversidad Tropical iBIOTROP, Museo de Zoología
Quito 170901, Ecuador
emilia2293@gmail.com
https://orcid.org/0000-0003-4623-4008

Sandra Espinoza
Jardines Silvestres Quito,
Programa de Aves Urbanas Quito y Colectivo Aves Quito
Quito 170530, Ecuador
sandyespinozaf@gmail.com
https://orcid.org/0000-0003-1333-1362

Daniela de la Torre
Reverdece
Quito 170503, Ecuador
delatorre.daniela@gmail.com
https://orcid.org/0000-0001-7476-6453

Daniela Espinoza
Colegio Johannes Kepler
Departamento de Ciencias
Quito 170503, Ecuador
despinoza@jkepler.edu.ec
https://orcid.org/0000-0002-1413-6342

Diego F. Cisneros-Heredia
Universidad San Francisco de Quito USFQ
Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales COCIBA,
Instituto de Biodiversidad Tropical iBIOTROP,
Museo de Zoología y Hospital de Fauna Silvestre TUERI
Jardines Silvestres Quito,
Programa de Aves Urbanas Quito y Colectivo Aves Quito
Instituto Nacional de Biodiversidad INABIO
Quito, Ecuador
diego.cisnerosheredia@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-6132-2738

Resumen

Las áreas verdes urbanas pueden alojar una importante biodiversidad y mantener recursos naturales y servicios ambientales. En un mundo cada vez más urbanizado, estas áreas juegan roles fundamentales para mitigar los impactos negativos del crecimiento urbanístico y del cambio climático, y son indispensables para un entorno saludable. Un aspecto clave para promover el desarrollo de relaciones armoniosas, cercanas y duraderas entre los humanos y la naturaleza en zonas urbanas es generar procesos que llamen a reflexionar, reconstruir y resignificar las interacciones de las personas y las áreas verdes, y que fomenten la construcción de conocimiento y experiencias. La ciencia ciudadana es una excelente estrategia para involucrar a las personas en actividades de naturaleza y se ha utilizado alrededor del mundo como una herramienta efectiva en los procesos de educación ambiental, con mejores resultados que las herramientas tradicionales. El propósito de este artículo es presentar actividades impulsadas por el proyecto de vinculación "Celebrando la Naturaleza Urbana", con el objetivo de promover los vínculos entre las personas que viven en áreas urbanas y la biodiversidad, mediante la sinergia entre la ciencia ciudadana y la educación. En particular, destacamos dos casos de estudio realizados en colegios de Quito, el primero enfocado en la integración de la ciencia ciudadana y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, y el segundo sobre la creación de espacios de aprendizaje a través del programa "Jardines Silvestres".

Palabras clave: biodiversidad, eBird, ecología urbana, educación ambiental, iNaturalist, jardines silvestres, ODS, vinculación con la comunidad.

Abstract

Urban green areas can host important biodiversity and maintain natural resources and environmental services. In an increasingly urbanized world, these areas play fundamental roles in mitigating the negative impacts of urban growth and climate change and are essential for a healthy environment. A key aspect to promote the development of harmonious and lasting relationships between humans and nature in urban areas is the generation of processes that call for the reflection, reconstruction and resignification of the interactions between people and green areas and that encourage the construction of knowledge and experiences. Citizen science is an excellent strategy to promote the involvement of people in nature activities and has been used around the world as an effective tool in environmental education, with better results than traditional tools. The purpose of this article is to present activities that have been promoted by the outreach project "Celebrating Urban Nature," with the aim of promoting links between people living in urban areas and biodiversity, through the synergy between citizen science and education. In particular, we highlight two case studies carried out in schools in Quito, the first focused on the integration of citizen science and the Sustainable Development Goals and the second on the creation of learning spaces through the "Jardines Silvestres" program.

Keywords: biodiversity, eBird, urban ecology, environmental education, iNaturalist, wildlife gardens, SDGs, community engagement

Introducción

En las últimas décadas, el planeta Tierra se ha transformado debido a los cambios producidos por una sola especie: los humanos. Hemos modificado una gran proporción de los ecosistemas terrestres y marinos y hemos creado hábitats previamente inexistentes, como las zonas urbanas (Cisneros-Heredia, 2010; Ripple *et al.*, 2017). De hecho, los hábitats modificados o creados por los humanos han empezado a cubrir cada vez más áreas del planeta y se espera que sigan aumentando rápidamente a lo largo del siglo XXI (Møller *et al.*, 2012; Angel *et al.*, 2016). Para el año 2030 se predice que la población mundial se incrementará hasta 8.5 mil millones de habitantes, la mayoría en las crecientes zonas urbanas del Sur Global (Angel *et al.*, 2016; United Nations, 2019). Este alto crecimiento urbano ejerce una serie de impactos que afectan a la naturaleza y a la calidad de vida de la población humana, entre los que se incluyen la pérdida o cambios de los hábitats naturales y sus funciones ecológicas; la disminución y extinción de poblaciones y especies; la expansión de especies invasoras y enfermedades patógenas emergentes; la homogeneización de la biodiversidad, y el desequilibro de los recursos naturales y servicios ambientales (Takano, Nakamura y Watanabe, 2002; Markhelouf, 2009; Cicea y Pîrlogea, 2011; Seto *et al.*, 2011).

Las áreas urbanas pueden alojar espacios verdes donde la biodiversidad de la zona pueda subsistir. Estos espacios verdes no son equivalentes directos de los ecosistemas silvestres que existían previamente, pues son creados y administrados por la acción humana y tienen estructuras, organizaciones y procesos ecológicos relativamente diferentes de los hábitats naturales. Dependiendo de su concepción y manejo, la existencia de espacios verdes urbanos permite mantener la biodiversidad, los recursos naturales y los servicios ambientales. En un mundo cada vez más urbanizado, las áreas verdes en las ciudades juegan roles fundamentales para mitigar los impactos negativos del crecimiento urbanístico y del cambio climático, y son indispensables para un entorno saludable (Cicea y Pîrlogea, 2011). Las áreas verdes urbanas registran temperaturas menores a aquellas que se reportan en áreas cubiertas por construcciones (Markhelouf, 2009; Svensson, 2002; Williams, 2006). Además, se ha demostrado que áreas urbanas con un menor número de árboles tienen mayores niveles de contaminación del aire y disminuye el porcentaje de lluvias (Takano, Nakamura y Watanabe, 2002; Markhelouf, 2009; Cicea y Pîrlogea, 2011).

La viabilidad, sustentabilidad y bienestar de las ciudades dependen en gran medida de la estructura urbana y su relación con la naturaleza (Cicea y Pîrlogea, 2011). Sin embargo, muchas áreas urbanas carecen o tienen una reducida cantidad de espacios verdes, lo cual incrementa el impacto negativo de los procesos de expansión urbana sobre la biodiversidad y sobre la calidad de vida humana (Markhelouf, 2009; Pudifoot *et al.*, 2021). Los impactos de la reducción o ausencia de espacios verdes urbanos incluyen la disminución poblacional y extinción local de biodiversidad, así como el incremento de la temperatura, la contaminación ambiental y las enfermedades infecciosas (Markhelouf, 2009; Cicea y Pîrlogea, 2011).

Un aspecto clave para promover el desarrollo de relaciones armoniosas, cercanas y duraderas entre los humanos y la naturaleza en zonas urbanas es generar procesos que llamen a reflexionar, reconstruir y resignificar las interacciones de las personas y las áreas verdes, y que fomenten la construcción de conocimiento y experiencias. Cuando los humanos incrementamos el conocimiento sobre los seres vivos y los ecosistemas con los cuales convivimos y compartimos nuestro entorno, generamos lazos de empatía y reconocemos la importancia de tener ciudades biodiversas y amigables con la naturaleza (Callaghan *et al.*, 2017; Pudifoot *et al.*, 2021). Algunos de los procesos más exitosos para promover estas relaciones son las actividades de ciencia ciudadana.

La ciencia ciudadana promueve que la ciudadanía se involucre en actividades científicas, y se ha utilizado alrededor del mundo como una herramienta efectiva en educación ambiental, con mejores resultados que las herramientas tradicionales (Brossard, Lewenstein y Bonney, 2005; Krasny y Bossney, 2005; Finquelievich y Fischnaller, 2014; Serrano Sanz *et al.*, 2014; Kobori *et al.*, 2016; Callaghan *et al.*, 2017; Makuch y Aczel, 2018; Soanes *et al.*, 2019; Castagneyrol *et al.*, 2020; Pudifoot *et al.*, 2021). En las décadas más recientes, se ha ampliado de manera considerable el impacto de la ciencia ciudadana, debido al uso de avances tecnológicos que han abierto el acceso de las personas urbanas a más herramientas que les permiten interpretar y entender lo que les rodea (Brossard, Lewenstein y Bonney, 2005; Bonney *et al.*, 2015; Kobori *et al.*, 2016; Sherbinin *et al.*, 2021).

La ciencia ciudadana puede complementar procesos de educación formal que se implementan en centros educativos (Callaghan *et al.*, 2017; Pudifoot *et al.*, 2021). De hecho, involucrar escuelas y colegios en proyectos de ciencia

ciudadana es una gran oportunidad para despertar el interés por la naturaleza en audiencias jóvenes, así como también para brindarles habilidades de liderazgo e involucramiento en actividades políticas y de toma de decisiones (Serrano Sanz *et al.*, 2014; Makuch y Aczel, 2018; Soanes *et al.*, 2019; Castagneyrol *et al.,* 2020). El impacto positivo en la toma de decisiones se da gracias a que la contribución de los ciudadanos a la comunidad científica es cada vez mayor, lo cual permite llenar vacíos de información existentes (Brossard, Lewenstein y Bonney, 2005; Bonney *et al.*, 2015; Kobori *et al.*, 2016). A nivel político, la ciencia ciudadana es un factor importante para democratizar la ciencia y permitir el libre acceso a la información. Además, promueve la participación activa de las personas e invita al intercambio, cocreación, transparencia y confianza entre diferentes sectores de la sociedad (Sherbinin *et al.*, 2021). Por otro lado, una participación temprana de niños y adolescentes en ciencia ciudadana genera una apertura para involucrarse en esfuerzos para conservar la naturaleza (Makuch y Aczel, 2018; Soanes *et al.*, 2019; Castagneyrol *et al.*, 2020).

El propósito de este artículo es presentar las actividades de ciencia ciudadana y educación que han sido impulsadas por el proyecto de vinculación con la comunidad "Celebrando la Naturaleza Urbana", con el objetivo de promover los vínculos entre las personas que viven en áreas urbanas y la biodiversidad con la que conviven.

"Celebrando la Naturaleza Urbana"

El proyecto de vinculación con la comunidad "Celebrando la Naturaleza Urbana" empezó en 2017 para integrar a personas de todas las edades en acciones socioambientales que fomenten el aprecio por la naturaleza, comprometan a las personas a enfrentar de manera efectiva y justa las transformaciones continuas del planeta, apoyen los esfuerzos por la conservación de la biodiversidad y el desarrollo sostenible, y recolecten información científica en matrices urbano-rurales, a través del uso de herramientas de ciencia ciudadana y actividades de divulgación científica (Figura 1). El proyecto es desarrollado por el Instituto de Biodiversidad Tropical (iBIOTROP) de la Universidad San Francisco de Quito (USFQ), mediante el Museo de Zoología y el Laboratorio de Zoología Terrestre. Desde sus inicios, "Celebrando la Naturaleza Urbana" fue creado con una visión transdisciplinaria, y para su diseño y ejecución ha contado con la colaboración de profesionales de distintas carreras de la USFQ, incluyendo Biología, Gestión

Ambiental, Diseño Gráfico y Agronomía. Así mismo, el proyecto ha buscado colaborar de manera activa con diferentes grupos sociales y organizaciones, incluyendo el Colectivo Aves Quito, el Programa de Aves Urbanas PAU, el Colectivo Pata de Gallo, el Instituto Nacional de Biodiversidad INABIO, entre otras.



FIGURA 1. Estudiantes en la Reserva Chakana subiendo registros de flora y fauna a la herramienta de ciencia ciudadana, iNaturalist.

La ciencia ciudadana se ha convertido en uno de los puntales más importantes de "Celebrando la Naturaleza Urbana", debido a su capacidad para involucrar a una gran diversidad de personas en actividades que fomentan el acercamiento y respeto de la naturaleza e invitan al intercambio, a la cocreación, a la transparencia y a la confianza entre diferentes sectores de la sociedad. Entre las actividades de ciencia ciudadana promovidas y apoyadas por el proyecto "Celebrando la Naturaleza Urbana" se encuentran: el Conteo Navideño de Aves Urbanas de Quito, el Gran Conteo de Aves en Jardines, el Desafío de Naturaleza Urbana, el Gran Bioblitz del Sur, el Global Big Day, entre otros. Además, en

iNaturalist —plataforma global de ciencia ciudadana—, existen varios proyectos que buscan promover el interés de las personas por grupos específicos de seres vivos en áreas urbanas o ayudar a los procesos docentes de cursos de la USFQ, como "Biodiversidad del Valle de Quito", "Biología USFQ", "Coccinellidae Ecuador", "Jardines Silvestres", "Ranas de Cristal/ Glassfrogs", "Tropical Ecology", "Zoología USFQ". Gracias al desarrollo de estas actividades de ciencia ciudadana, este proyecto de vinculación ha podido potenciar investigaciones académicas y apoyar la producción de publicaciones científicas (por ejemplo, Cisneros-Heredia y Valencia 2022; Cisneros-Heredia *et al.*, 2015; Cisneros-Heredia y Peñaherrera-Romero, 2020; Freile *et al*., 2019; Muriel *et al.*, 2021; Tadashima-Rivera *et al.*, 2021; Venegas *et al.*, 2021; Vega et al., 2021a; Vega et al., 2021b).

Junto con las actividades de ciencia ciudadana, "Celebrando la Naturaleza Urbana" desarrolla procesos continuos de divulgación científica, educación y capacitación, con charlas abiertas al público sobre ecosistemas urbanos, biodiversidad altoandina, jardines silvestres, capacitaciones sobre el uso de herramientas de ciencia ciudadana, y salidas de observación de naturaleza donde los participantes visitan áreas naturales, comparten valiosas observaciones y generan conocimiento.

En 2021, un colegio de Quito se comprometió con actividades del proyecto, que presentamos aquí como un caso de estudio que muestra el potencial de la integración de la ciencia ciudadana y la educación para fomentar los vínculos entre las personas y la naturaleza en áreas urbanas.

Caso de estudio 1: Integración de la ciencia ciudadana y los objetivos de desarrollo sostenible en el colegio Johannes Kepler, Quito, Ecuador

Desde su fundación, el colegio Johannes Kepler ha buscado incentivar en sus estudiantes el cuidado por la naturaleza y la sostenibilidad. Por eso, en los últimos años ha integrado el conocimiento sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en la malla curricular y busca ser parte de actividades que se encuentren relacionadas con estos. De esta manera, pretende incentivar una conciencia colectiva y sostenible en la comunidad. Se busca enseñar desde los primeros años educativos la importancia y vulnerabilidad de los

recursos naturales, los ecosistemas, la vida y los componentes que conforman estos sistemas. Los estudiantes se desarrollan con una convicción ambiental y perspectivas distintas a aquellas impartidas a generaciones anteriores, enfatizando en la limitación de los recursos y la importancia de la conservación y sustentabilidad.

Establecer, crear y desarrollar proyectos relacionados con la educación para el desarrollo sostenible ha permitido que la institución integre a los profesores, estudiantes y familias en la educación ambiental y sostenible. Algunos de estos proyectos están enfocados en la reforestación de zonas urbanas y rurales, clasificación de desechos y reciclaje, uso de energía renovable en la institución (paneles solares), creación de huertos cultivados por los estudiantes, participación en concursos de innovación y divulgación científica, tanques de captación de aguas lluvias, identificación de especies que se encuentran en el bosque de la institución, entre otros. Además, ha buscado involucrarse con otras instituciones, con la finalidad de dar más herramientas a la comunidad para desarrollar su educación ambiental y ser líder a nivel nacional del ODS 15 (Ecosistemas Terrestres). Estas acciones han permitido a la institución obtener en varias ocasiones la distinción ambiental por parte del Distrito Metropolitano de Quito, como reconocimiento a la gestión e implementación en movilización sostenible, gestión de residuos sólidos, construcción ecoeficiente, conservación y restauración de ecosistemas.

En abril de 2021, el colegio participó en el Desafío Naturaleza Urbana 2021, el cual permitió apreciar la variedad de especies de flora y fauna que se encuentran en sus alrededores. Al ser parte de este evento, se puso en práctica lo que en el colegio se conoce como "ADN Ecológico". A partir de ello, se busca que los estudiantes aprendan y se interesen por la naturaleza y el cuidado ambiental. La herramienta de ciencia ciudadana *iNaturalist* les permitió intercambiar conocimiento con científicos, a la vez que aprendieron sobre cómo identificar y ser miembros activos que realizan constantemente ciencia ciudadana. Para este evento, se convocó a los estudiantes de todos los años junto a sus familias y se enfatizó en la participación de aquellos en últimos años de secundaria. Sin embargo, los más pequeños fueron quienes mayor cantidad de observaciones realizaron, lo que refuerza la idea sobre la importancia de la ciencia ciudadana y educación ambiental a edades tempranas (Figura 2).



FIGURA 2. Los dos estudiantes del Colegio Johannes Kepler que más observaciones reportaron a la plataforma iNaturalist durante el Desafío Naturaleza Urbana 2021.

Gracias a esta experiencia, el colegio desarrolló un proyecto de identificación de especies utilizando la ciencia ciudadana y la herramienta *iNaturalist* en el bosque del colegio, conocido como "Centro de Interpretación JK". Este proyecto busca aportar al macroproyecto de Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) e incentivar las actividades de ciencia ciudadana dentro de la institución. Este tipo de actividades y herramientas son muy enriquecedoras, pues ayudan a seguir creando proyectos dentro de la institución. Además, permiten la participación directa de estudiantes y profesores, y les ofrecen la oportunidad de conocer y experimentar más sobre el gran número de especies de flora y fauna de nuestro alrededor, conocer los nombres científicos y aprender técnicas de identificación de especies. Para muchos participantes, lo más importante fue que pudieron aprender nuevos datos que luego compartieron con sus familias sobre la importancia de las especies y por qué debemos cuidarlas, apreciarlas y preservarlas.

La Coordinación del Área de Ciencias del colegio ha destacado que seguirá educando con pasión para que el desarrollo sostenible sea tangible y ayude a minimizar lo que las sociedades hemos causado en este tiempo. Como educadores, la misión más importante que debemos tener hoy en día es capacitarnos, aprender y poner en práctica la educación para el desarrollo sostenible. Debemos entender el tema de conciencia de especie, tener una visión holística, ecosistémica e integral para percibir que todo lo que nos rodea es como un patrón unificado de sistemas vivos que están integrados en una compleja red de relaciones que los interconectan.

Debemos ser los responsables de enseñar y poner en práctica cómo integrar acciones participativas, hacer investigación científica, crear ciencia ciudadana y promover estrategias para la educación ambiental.

“Jardines Silvestres”

En 2018, Sandra Espinoza y el proyecto “Celebrando la Naturaleza Urbana” emprendieron un programa que llevó las actividades de ciencia ciudadana y vinculación con la naturaleza hacia un siguiente plano. Esto permitió que las personas se involucren como actores de cambio que buscan crear, transformar y recuperar espacios urbanos para atraer la biodiversidad nativa del valle de Quito. Este programa se denominó “Jardines Silvestres”.

Los jardines son componentes importantes en los esfuerzos por introducir un elemento ecológico en las ciudades y lograr que la vida en ellas sea más sana y agradable. Son un componente urbano importante, ya que son un medio de contacto entre las personas que viven en ciudades con el entorno natural. Estos pequeños espacios verdes son un componente cultural relevante, permiten a las personas expresar sus valores y creencias, y ofrecen formas para aprender sobre el entorno natural y disfrutar de momentos de recreación y encuentro. Los jardines urbanos son una herramienta fundamental para llevar a las ciudades a ser más sostenibles, debido a su capacidad de generar y mantener servicios ecológicos, de salud y de involucramiento de la sociedad. Igualmente, los jardines contribuyen a mejorar el microclima y el aire, y a conservar la fauna y flora. Sin embargo, los jardines no siempre están disponibles en áreas urbanas, debido a preferencias arquitectónicas y culturales, demandas del espacio limitado y cambios en el uso del suelo que disminuyen su disponibilidad.

En este contexto, el programa “Jardines Silvestres” busca crear, recuperar y regenerar espacios verdes urbanos cuya protagonista sea la biodiversidad nativa de la zona. El énfasis fue en jardines privados y comunitarios, por su mayor facilidad de establecimiento y manejo. El programa empezó su trabajo promoviendo jardines silvestres en el valle de Quito y alrededores. La propuesta de valor de “Jardines Silvestres” es otorgar una certificación que valida a estos espacios como áreas biológicas y estructuralmente diversas, en las que se provee recursos básicos para la supervivencia de la fauna urbana; se desarrollan prácticas y actividades de gestión sustentable, y se promueve el involucramiento comunitario (Figura 3).



FIGURA 3. Voluntarios en la minga para arreglar las áreas de jardines silvestres y cultivo del Huerto del Chaquiñan, parroquia Santa Inés.

La idea fue muy práctica y en su primer año el programa logró su objetivo de promover al menos 5,000 m^2 en 20 jardines, con la participación de 50 miembros inscritos. Cada uno de esos jardines silvestres representa al menos el 10% del espacio del área total del terreno, tiene una cobertura vegetal mayormente compuesta por diferentes especies de hierbas, arbustos y árboles nativos, y sigue criterios mínimos de manejo que incluyen, entre otros:

- ser un refugio para gran diversidad de flora y fauna silvestre nativa;
- valorar a todas las formas de vida, erradicando conceptos equivocados como "malas hierbas", "malezas" y "alimañas", cambiándolos con base en el conocimiento y la empatía;
- maximizar el uso de plantas ornamentales nativas; minimizar la presencia de especies no nativas y evitar usar especies con potencial de dispersión invasora;
- generar espacios ecológica y estructuralmente diversos;

- eliminar el uso de pesticidas, herbicidas y otros biocidas;
- reemplazar el uso de fertilizantes sintéticos por fertilizantes naturales;
- promover el involucramiento comunitario;
- desarrollar prácticas y actividades de gestión sustentable;
- aprender y capacitarse constantemente para generar impactos positivos y promover el cambio en amigos y vecinos.

Además de la recuperación de la flora nativa en jardines de Quito, estas áreas son ahora capaces de brindar alimento y refugio a más de 100 especies de aves, algunas de mamíferos, reptiles y anfibios amenazados, y son el hábitat de una gran diversidad de insectos y otros invertebrados indispensables para diversos procesos ecológicos, como la polinización.

Desde sus orígenes, "Jardines Silvestres" ha desarrollado acciones de sensibilización social impartiendo talleres para la población en general con temas relacionados con el uso de plantas nativas, importancia de la fauna silvestre, con énfasis en las aves, biodiversidad de Quito y tenencia responsable de mascotas. En estos talleres han participado alrededor de 200 personas entre niños, jóvenes y adultos. A la par, se ha logrado la participación de la población y la generación de conocimiento y concientización del valor del patrimonio natural mediante herramientas de ciencia ciudadana como *iNaturalist* y *eBird*. Estas ayudan a monitorear los progresos en biodiversidad de los jardines y fomentan la participación de las personas en eventos masivos de ciencia ciudadana, como "Contando Aves en Comunidad", que se realiza en febrero de cada año y ayuda a las personas de todas las edades, sin conocimientos previos sobre aves, a observar y contar las aves desde su patio, jardín, balcón o parque más cercano para descubrir las aves con las que convivimos a diario. "Desafío Naturaleza Urbana" es un evento de ciencia ciudadana mundial que ocurre en abril de cada año y busca incentivar a la ciudadanía para que participe de manera masiva, con la finalidad de que Quito sea la ciudad con mayor número de registros fotográficos de flora y fauna en la herramienta *iNaturalist*. Dentro de esta actividad se enfatiza la relación entre la ciudadanía y la comunidad científica, que se genera al intercambiar información en esta aplicación.

Otro colegio de Quito se unió a las actividades del programa "Jardines Silvestres" para desarrollar espacios de aprendizaje activo para sus estudiantes y lo presentamos aquí como el segundo caso de estudio.

Caso 2: Creación de espacios de aprendizaje en el colegio William Shakespeare, Quito, Ecuador

En el año lectivo 2019-2020, el colegio William Shakespeare School consolidó su programa Shakespeare Eco (ShEco). Para esto, se plantearon tres ejes de desarrollo, con base en la educación para el desarrollo sostenible (EDS): 1) Construcción de Shakespeare School Eco junto con la comunidad-Educación para la Sostenibilidad; 2) Manejo de desechos sólidos y reciclaje, y 3) Programa continuo de empoderamiento ambiental. Dentro de este último eje, y con la idea de involucrar a toda la comunidad de una forma positiva y proactiva, el colegio se unió a "Jardines Silvestres" a inicios de octubre de 2019. Durante este periodo, se invitó a las familias a donar sus neumáticos en desuso para reutilizarlos y crear un muro ecológico donde se sembraron plantas nativas y ornamentales para atraer a aves e insectos. En esta actividad participaron estudiantes de los últimos años de bachillerato, quienes, entusiastas de ser parte del proyecto, contribuyeron con la preparación de la tierra y la siembra. Adicionalmente, el colegio cuenta con huertos para todas las clases, los cuales son trabajados de forma continua y están vinculados a materias como Ciencias, Química, Matemáticas, Inglés y Cocina.

En enero de 2020, el colegio se suscribió por un año al proyecto de "Jardines Silvestres", y creó el compromiso para desarrollar actividades con los estudiantes y seguir complementando espacios con plantas nativas. Adicionalmente, se tuvo el acompañamiento del equipo técnico de "Jardines Silvestres" para identificar las aves que se podían encontrar en la zona. Gracias al convenio con el proyecto, el colegio recibió por parte de la Fundación Jocotoco la *Guía de Aves del Ecuador*, que fue entregada a la biblioteca para uso de los estudiantes.

Además, se realizaron varios talleres con los estudiantes y docentes de preescolar y primaria para dar a conocer información sobre las aves que pueden encontrar en los jardines de la institución y la zona (Figura 4). Estos talleres se desarrollaron durante una semana e incluyeron varias actividades lúdicas, a través de las cuales se les enseñó sobre la importancia de las aves en el ecosistema, su alimentación, características y cantos. Luego se entregó a cada estudiante una lista de aves para

que se convirtieran en naturalistas y pudieran identificar los distintos pájaros que observaran en una salida por los patios de la institución. Con los estudiantes de preescolar se realizó un juego en el que se colocaron alas e imitaron el vuelo de las aves; de esta forma se complementó el aprendizaje a través de la motricidad gruesa. Con los estudiantes de secundaria se usó la aplicación *iNaturalist*. Se les explicó sobre la importancia de la ciencia ciudadana y cómo cada uno puede aportar a través de esta herramienta para identificar especies y registro de estas.



FIGURA 4. Huiracchuro, una de las aves más bonitas que llega a los jardines silvestres del colegio William Shakespeare y otros jardines de Quito.

Este proyecto ha permitido a los estudiantes conocer su entorno y explorarlo; saber sobre aves, plantas e insectos (y su estrecha relación); valorar espacios verdes y ser parte de su cuidado y regeneración; ser parte de la sociedad en la que viven y, sobre todo, aprender a aprender, investigar, descubrir y participar activamente de forma positiva en el cuidado ambiental. Además, se lo pudo integrar con facilidad a materias ajenas a Ciencias Naturales, como Matemáticas (estadísticas y censos), Lenguaje, Expresión Artística, entre otros. A pesar de que las circunstancias de la pandemia impidieron que se llevara a cabo el plan de trabajo en su totalidad, gracias al compromiso del colegio se espera continuar en los próximos años. Por

ejemplo, una de estas actividades planificadas pretende involucrar a las familias de los estudiantes y motivarlas a crear jardines silvestres en sus casas, apoyándolas con asesoría de expertos y dándoles el seguimiento necesario para ello.

Discusión y conclusiones

La ciencia ciudadana es un movimiento que cada vez cobra más importancia en el mundo y que se refiere a la contribución de los ciudadanos a la generación activa y participativa de conocimiento e información científica. Los datos generados ayudan a identificar y llenar vacíos de información y apoyan para tomar decisiones. A través de la ciencia ciudadana se amplía el conocimiento, así como se gana conciencia acerca de comportamientos y actitudes que se deben ajustar para cambiar prácticas perjudiciales y mejorar la calidad de vida. La participación de la población en actividades de ciencia ciudadana enfocadas en la naturaleza aporta y refuerza la concientización sobre la importancia de la biodiversidad para el ser humano (Kountoupes y Oberhauser, 2008; Makuch y Aczel, 2018; Soanes *et al.*, 2019; Castagneyrol *et al.*, 2020). Los proyectos de ciencia ciudadana generan un vínculo entre la comunidad científica y el público en general, lo que facilita la transmisión de conocimiento y la comunicación entre ambas partes (Brossard, Lewenstein y Bonney, 2005; Bonney *et al.*, 2009; Bonney *et al.*, 2015; Sherbinin *et al.*, 2021).

La ciencia ciudadana se ha convertido en una fuerza poderosa para el avance de la ciencia, pues proporciona el acceso a una amplia gama de datos y da la oportunidad de que los ciudadanos se conecten con auténticos procesos científicos. Esta relación crea una sinergia que permite crear, ejecutar y analizar proyectos de investigación, que de otro modo resultan imposibles en los entornos de investigación tradicionales, debido al alto costo del recurso humano y capital financiero necesarios. Varias de las actividades de ciencia ciudadana que se realizan como parte del proyecto de vinculación "Celebrando la Naturaleza" forman parte de actividades globales de ciencia ciudadana de gran éxito (por ejemplo, los conteos navideños y de jardines, promovidos por National Audubon Society y Cornell Lab of Ornithology) que han mejorado la manera colectiva de comprender y participar en la ciencia.

Varios estudios han demostrado que la ciencia ciudadana realizada por niños y niñas puede tener resultados muy alentadores, debido a que se aprovecha su rápido aprendizaje y su curiosidad innata (Makuch y Aczel, 2018; Soanes *et al.*,

2019; Castagneyrol *et al.*, 2020), como se pudo evidenciar en las actividades desarrolladas por el colegio William Shakespeare. Además de aprovechar el talento de los niños y niñas, realizar actividades de ciencia ciudadana les permite desarrollar la conciencia ambiental y responsabilidad, lo cual los beneficia de manera física y emocional (Makuch y Aczel, 2018; Castagneyrol *et al.*, 2020). Sin embargo, es importante recalcar que los resultados son mejores cuando el proyecto de ciencia ciudadana se diseña adaptándolo a las edades de los niños, lo cual minimiza en gran manera los errores que pudieran cometerse (Makuch y Aczel, 2018).

Involucrar a un público joven en las actividades de ciencia ciudadana crea la necesidad de explicar conceptos científicos de una manera más amigable con el público general, por lo que genera un beneficio con respecto a la divulgación científica (Makuch y Aczel, 2018; Soanes *et al.*, 2019). Al involucrar directamente a escuelas o colegios, se contribuye de manera positiva y a largo plazo al compromiso ambiental de las comunidades educativas, y también crea conciencia sobre los problemas ambientales existentes (Castagneyrol *et al.*, 2020). Esto se observó en el colegio Johannes Kepler, donde se logró que participaran personas de diferentes edades, en un evento de ciencia ciudadana a nivel mundial, y se promovieron los recursos naturales ya existentes en el mismo colegio. Es importante desarrollar la educación ambiental desde temprana edad para promover actividades hacia la conservación de la naturaleza, aprovechando su curiosidad, compromiso y deseo de generar cambios. La educación ambiental debe ser un tema transversal a lo largo de todos los procesos educativos, promoviendo enfoques que generen costumbres y formas de vida sustentables para el planeta.

Gracias a una diversidad de actividades, el proyecto "Celebrando la Naturaleza Urbana" ha logrado dinamizar la participación e involucramiento de un gran número de personas de todas las edades en actividades vinculadas con la naturaleza y ha generado sinergias con procesos educativos formales e informales. El programa "Jardines Silvestres" se sigue expandiendo poco a poco en la Sierra norte del país, transmite sus beneficios y motiva a que más comunidades se involucren. Crear una comunidad con el objetivo común de recuperar los espacios verdes permite formar un vínculo con la naturaleza, lo cual brinda beneficios físicos, sociales y emocionales (Sander-Regier y Etowa, 2014). Las actividades de ciencia ciudadana han demostrado ser excelentes para difundir y aplicar temas de manejo y conservación de flora y fauna urbana (Goddard *et al.*, 2013).

Referencias

Angel, S., Blei, A.M., Parent, J., Lamson-Hall, P., Galarza Sánchez, N., Civco, D.L., Qian Lei, R. y Thom, K. (2016). *Atlas of Urban Expansion*, 2016 Edition, Volume I: Areas and Densities. New York University; UN-Habitat; Lincoln Institute of Land Policy. https://bit.ly/3sJ8Bur

Bonney, R., Cooper, C.B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K.V. y Shrik, J. (2009). Citizen science: A developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. *BioScience* 59: 977-984. https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.9

Bonney, R., Phillips, T.B., Ballard, H.L. y Wnck, J.W. (2015). Can citizen science enhance public understanding of science? *Public Understanding of Science* 25(1): 2-16. https://doi.org/10.1177%2F0963662515607406

Brossard, D., Lewenstein, B. y Bonney, R. (2005). Scientific knowledge and attitude change: The impact of a citizen science project. *International Journal of Science Education* 27(9): 1099-1121. https://doi.org/10.1080/09500690500069483

Callaghan, C.T., Lyons, M.B., Martin, J.M., Major, R.E. y Kingsford, R.T. (2017). Assessing the reliability of avian biodiversity measures of urban greenspaces using eBird citizen science data. *Avian Conservation and Ecology* 12(2): 12. https://doi.org/10.5751/ACE-01104-120212

Castagneyrol, B., Valdés-Correcher, W., Bourdin, A., Barbaro, L., Bouriaud, O., Branco, M., Centenaro, G., Csóka, G., Duduman, M.L., Dulaurent, A.M., Eötvös, C.B., Faticov, M., Ferrante, M., Fújres-Mikó, A., Galmán, A., Gossner, M.M., Harvey, D.…, Tack, A.J.M. (2020). Can School Children Support Ecological Research? Lessons from the Oak Bodyguard Citizen Science Project. *Citizen Science: Theory and Practice* 5(1): 1-11. https://doi.org/10.5334/cstp.267

Cicea, C., y Pîrlogea, C. (2011). Green spaces and Public Health in Urban Areas. *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management* 6(1): 83-92.

Cisneros-Heredia, D. F. (2010). Entre los medios de comunicación y la objetividad científica un tortuoso camino para la conservación de la biodiversidad. *Polémika* 2(5): 22-33.

Cisneros-Heredia, D. F. (2018). The hitchhiker wave: non-native small terrestrial vertebrates in the Galápagos. En M.Torres y C. Mena (eds), *Understanding invasive species in the Galápagos Islands* (pp. 95-139). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67177-2_7

Cisneros-Heredia, D. F., y Peñaherrera-Romero, E. (2020). Invasion history of *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae) in Ecuador. *PeerJ* 8: e10461. https://doi.org/10.7717/peerj.10461

Cisneros-Heredia, D.F. y Valencia, R. F. (2022). Comments on snails of the genus Zoniferella from Ecuador (Mollusca: Achatinidae), with restriction of the type locality "Los Puentes" for several species of Gastropoda and Arachnida. BioRvix: 2022.03.03.482746. https://doi.org/10.1101/2022.03.03.482746

Cisneros-Heredia, D. F., Amigo, X., Arias, D., Arteaga, J., Bedoya, J., Espinosa, S., Montenegro, E., Nazati, G. y Carrión, J. M. (2015). Reporte del 1er conteo navideño de aves de Quito, Ecuador. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías* 7(2): B37-B51. https://doi.org/10.18272/aci.v7i2.256

Finquelievich, S., y Fischnaller, C. (2014). Ciencia ciudadana en la Sociedad de la Información: nuevas tendencias a nivel mundial. *Revista CTS* 27(9): 11-31.

Freile, J. F., T. Santander G., G. Jiménez-Uzcátegui, L. Carrasco, D. F. Cisneros-Heredia, E. A. Guevara, M. Sánchez-Nivicela, y B. A. Tinoco. (2019). *Lista roja de las aves del Ecuador*. Ministerio del Ambiente, Aves y Conservación; Comité Ecuatoriano de Registros Ornitológicos; Fundación Charles Darwin; Universidad del Azuay; Red Aves Ecuador; Universidad San Francisco de Quito USFQ. https://bit.ly/3CLRXih

Goddard, M.A., Dougill, A.J. y Benton, T.G. (2013). Why garden for wildlife? Social and ecological drivers, motivations and barriers for biodiversity management in residential landscapes. *Ecological Economics* 86: 258-273. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.07.016

Kobori, H., Dickinson, J.L., Washitani, I., Sakurai, R., Amano, T., Komatsu, N., Kitamura, W., Takagawa, S., Koyama, K., Ogawara, T. y Miller-Rushing, A.J. (2016). Citizen science: a new approach to advance ecology, education, and conservation. *Ecological Research* 31: 1-19. https://doi.org/10.1007/s11284-015-1314-y

Kountoupes, D.L., y Oberhauser, K. (2008). Citizen science and youth audiences: Educational outcomes of the monarch larva monitoring project. *Journal of Community Engagement and Scholarship* 1(1): 10-20.

Krasny, M.E., y Bossney, R. (2005). Environmental education through citizen science and participatory action research. En E. Johnson y M. Mapping, *Environmental Education and Advocacy: Changing Perspectives of Ecology and Education* 292-319. Cambridge University Press.

Makuch, K.E., y Aczel, M.R. (2018). Children and citizen science. En S. Hecker, M. Haklay, A. Bowser, Z. Makuch, J. Vogel y A. Bonn, A., *Citizen Science: Innovation in Open Science, Society and Policy*. UCL Press. https://doi.org/10.14324/111.9781787352339

Markhelouf, A. (2009). The effect of green spaces on urban climate and pollution. *Iranian Journal of Environmental Health Science y Engineering* 6(1): 35-40.

Møller, A.P., Diaz, M., Flensted-Jensen, E., Grim, T., Ibález-Álamo, J.D., Jokimäki, J., Ränd, R., Markó, G. y Tryjanowski, P. (2012). High urban population density of birds reflects their timing of urbanization. *Oecologia* 170(3): 867-875. http://dx.doi.org/10.1007/s00442-012-2355-3

Muriel, R., Pérez, N., Benítez, D. S., Riofrío, D., Ramôn, G., Peñaherrera, E. y Cisneros-Heredia, D. F. (2021). *BeetleID: An Android Solution to Detect Ladybird Beetles*. 2021 IEEE Fifth Ecuador Technical Chapters Meeting (ETCM) (pp. 1-6). IEEE.

Pudifoot, B., Cárdenas, M.L., Buytaert, W., Paul, J.D., Narraway, C.L. y Loiselle, S. (2021). When it rains, it pours: Integrating Citizen Science Methods to Understand Resilience of Urban Green Spaces. *Frontiers in Waters* 3: 654493. https://doi.org/10.3389/frwa.2021.654493

Ripple, W. J., Wolf, C., Newsome, T. M., Galetti, M., Alamgir, M., Crist, E., *et al.* (2017). World scientists' warning to humanity: a second notice. *BioScience* 67(12): 1026-1028. https://doi.org/10.1093/biosci/bix125

Sander-Regier, R., y Etowa, J. (2014). Urban Green Space as a Public Health Resource: Lessons from Ottawa's Fletcher Wildlife Garden. *The International Journal of Health, Wellness, and Society* 5: 1-11.

Serrano Sanz, F., Holocher-Ertl, T., Kieslinger, B., Sanz García, F. y Silva C.G. (2014). *White paper on citizen science for Europe*. Socientize consortium 2014. Universidad de Zaragoza; Zentrum für Soziale Innovation; Tecnara; Universidade Federal Campina Grande; Universidade de Coimbra; Museu da Ciêmcia da Universidad de Coimbra.

Seto, K.C., Fragkias, M., Güneralp, B. y Reilly, M.K. (2011). A Meta-analysis of Global Urban Land Expansion. *PLoS One* 6(8): e23777. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0023777

Sherbinin, A., Bowser, A., Chuan, T.R., Cooper, C., Danielsen, F., Edmunds, R., Elias, P., Austman, E., Hultquist, C., Mondardini, R., Popescu, I., Shonowo, A. y Sivakumar, K. (2021). The critical importance of citizen science data. *Frontiers in Climate* 3: 650760. https://doi.org/10.3389/fclim.2021.650760

Soanes, K., Cranney, K., Dade, M.C., Edwards, A.M., Palavallo-Nettimi, R. y Doherty, T.S. (2019). How to work with children and animals: A guide for school-based citizen science in wildlife research. *Austral Ecology* 45(1): 3-14. https://doi.org/10.1111/aec.12836

Svensson, M.K, y Ingegärd, E. (2002). Diurnal air temperatures in built-up areas in relation to urban planning. *Landscape and Urban Planning* 61: 37-54. https://doi.org/10.1016/S0169-2046(02)00076-2

Tadashima-Rivera, A. G., Cisneros-Heredia, D. F., Ramos-Rojas, S. A. y Ramón-Cabrera, G. M. (2021). Observations on *Camposella insignata* (Diptera: Acroceridae) from the Tropical Andes of Ecuador. *Neotropical Biodiversity* 7(1): 523-529. https://doi.org/10.1080/23766808.2021.2000293

Takano, T., Nakamura, K. y Watanabe, M. (2002). Urban residential environments and senior citizens' longevity in megacity areas: the importance of walkable green spaces. *Journal of Epidemiology and Community Health* 56: 913-918. http://dx.doi.org/10.1136/jech.56.12.913

United Nations. (2019). *How certain are the United Nations global population projections? Population Facts* No. 2019/6, December 2019. United Nations, Department of Economic and Social Affairs. Recuperado el 01-06-2019.

Vega, M., Benítez, D. S., Pérez, N., Riofrío, D., Ramón, G. y Cisneros-Heredia, D. (2021a). *Coccinellidae Beetle Specimen Detection Using Convolutional Neural Networks*. 2021 IEEE Colombian Conference on Applications of Computational Intelligence (ColCACI) (pp. 1-5). IEEE.

Vega, M., Benítez, D. S., Pérez, N., Riofrío, D., Ramón, G. y Cisneros-Heredia, D. F. (2021b). Weighted Hausdorff Distance Loss as a Function of Different Metrics in Convolutional Neural Networks for Ladybird Beetle Detection. IEEE *Colombian Conference on Applications of Computational Intelligence* (pp. 65-77). IEEE, Springer.

Venegas, P., Calderón, F., Riofrío, D., Benítez, D., Ramón, G. Cisneros-Heredia, D. F., Coímbra, M., Rojo-Álvarez, J. L. y Pérez, N. (2021). Automatic ladybird beetle detection using deep-learning models. *PLoS ONE* 16(6): e0253027. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253027

Williams, B. (2006). Energy and transport in human settlements. *Habitat Debate* 12(1): 4-5.